

VU Research Portal

Models and interactive tools in support of environmental decisions

Rafiee, A.

2020

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Rafiee, A. (2020). *Models and interactive tools in support of environmental decisions: Enhancing 3D spatial analysis through efficient integration of data, models and technology*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

Het nemen van passende beslissingen voor het verminderen van milieuproblemen en hun impact op ons leven is een uitdagende taak vanwege hun multi-criteria karakter, de betrokkenheid van belanghebbenden uit verschillende domeinen en de onzekerheid en complexiteit van milieuproblemen. Betrouwbare en bijgewerkte informatie over de huidige situatie is de eerste stap, waarop de juiste wijzigingsscenario's kunnen worden geconfigureerd. Vanwege de nauwe relatie tussen omgevingsverschijnselen en hun locaties, speelt georuimtelijke informatie een cruciale rol bij de analyse van milieuproblemen, evenals bij de configuratie van mitigatieoplossingen.

Ruimtelijke informatie kan worden verkregen uit Ruimtelijke gegevens via verschillende technieken. Dit proces vereist de definitie van een goed raamwerk voor efficiënte toegang, onderhoud, verwerking en presentatie van ruimtelijke datasets. In de afgelopen decennia, hebben verschillende milieustudies zich gericht op de definitie en / of implementatie van georuimtelijke kaders. In lijn met deze studies, is in deze studie een raamwerk onderzocht ter ondersteuning van milieubesluitvorming. Geodesign werd gekozen als het raamwerk voor multidisciplinaire besluitvormingsprocessen, vanwege de ontwerp-feedbacklus die iteratief moet worden herzien door de betrokken belanghebbenden uit verschillende domeinen.

Geodesign bevat verschillende onderling verbonden componenten waarvan de behendige prestaties een aanzienlijke impact hebben op de verbeterde prestaties van het gehele beslissingsondersteunende systeem. Deze componenten omvatten onder meer visualisatie, data-integratie, procesmodellen, ontwerpplatform en impactmodellen. De geoptimaliseerde prestaties van deze componenten zijn afhankelijk van verschillende factoren, waaronder de beschikbaarheid van gegevens, toegankelijkheid en interoperabiliteit, de prestatiecapaciteit van het systeem en de toegankelijkheid en integratie van proces- / impactmodellen. Gezien de huidige beperkingen van de prestaties van deze elementen, is deze studie gericht op het verbeteren van de [op geodesign gebaseerde] besluitondersteunende systeemcomponenten door efficiënte data-, model- en technologie-integratie. Het onderzoek dat in het kader van dit proefschrift wordt uitgevoerd, presenteert de verbetering van deze componenten ter ondersteuning van milieubesluitvorming.

Lokale impact van boomvolume op nachtelijk stedelijk hitte-eiland: een casestudy in Amsterdam

De verstedelijkingsgroei en de daaruit voortvloeiende ontwikkeling van de gebouwde omgeving in stedelijke gebieden heeft geleid tot een toename van het Urban Heat Island (UHI). Een van de factoren die van invloed is op UHI is de begroeiing. Hoewel verschillende studies de impact van vegetatie-oppervlak (2D) op het stedelijke hitte-eiland hebben onderzocht, zijn studies naar de impact van boomvolume op UHI op stadsschaal schaars. Dit komt door informatieschaarste van het boomvolume van een hele stad. Hoofdstuk 2 van dit proefschrift richt zich op een kwantificering van de impact van boomvolumes op het nachtelijke stadswarmte-eiland Amsterdam, met behulp van 3D-boommodellen van de hele stad. Sky View

Factor (SVF) en verstedelijkingsgraad als respectievelijk de lokale en regionale stedelijke compactheidsparameters zijn gebruikt in een multi-lineaire regressieanalyse, samen met stedelijk boomvolume, om de bijdrage van boomvolumes aan UHI te schatten. Schaafeffect werd onderzocht door het geaggregeerde boomvolume op verschillende radii te onderzoeken om de hoogste impact van boomvolume op UHI te onderzoeken. De resultaten van deze studie gaven aan dat in deze casestudy de grootste impact van boomvolume op UHI binnen 40 m ligt, waar in deze buffer een toename van het bladerdakvolume van 60.000 m³ leidt tot een UHI-reductie van één graad. Bovendien toonde deze studie aan hoe ruimtelijke technologie kan worden toegepast voor geautomatiseerde informatie-extractie, in detail en in grote omvang, voor een efficiënte analyse van de relatie tussen UHI en stedelijke elementen.

Ontwikkeling van een platform voor de planning van windturbines: integratie van een triplet “geluidsverspreidingsmodel-GIS-game engine”

Milieu problemen als gevolg van het gebruik van fossiele brandstoffen hebben ons ertoe aangezet om energieproductie met hernieuwbare energiebronnen te overwegen. Windenergie is een veel voorkomende duurzame energiebron die veel wordt gebruikt in veel landen, waaronder Nederland. Ondanks de voordelen van windenergie, worden windturbineontwikkelingsprojecten echter geconfronteerd met tegenstand van burgers als gevolg van windturbine externaliteiten, zoals geluid. Een goed ontworpen informatiesysteem waarmee burgers, in samenwerking met andere belanghebbenden, hun ideeën kunnen uiten en informatie kunnen ontvangen over de huidige en ontworpen situatie, kan burgers helpen betrekken, wat het begrip bij de situering van windturbine toewijzingsprojecten kan vergroten en het wind turbine planningsproces efficiënter kan maken. In Hoofdstuk 3 is een interactief informatiesysteem ontwikkeld voor het aanbrengen van windturbines, rekening houdend met de visuele en geluidseffecten ervan. Dit systeem is een integratie van geluidsverspreidingsmodellen, GIS en game-engine ingebed in een verenigd platform. Deze integratie ondersteunde de geoptimaliseerde prestaties van het systeem en de realtime berekening van het geluid van windturbines op elke locatie van het hele land. Game engine-GIS-integratie biedt een virtuele 3D-omgeving van het hele land, met bestaande georuimtelijke elementen, waardoor gebruikers kunnen navigeren, windturbines kunnen (her) plaatsen en hun visuele impact op het milieu kunnen verkennen. De integratie van modellen voor geluidsvoortplanting in de game-engine-GIS geïntegreerde omgeving maakte de real-time berekening mogelijk van het geluid van windturbines op de omliggende gebouwen op elke locatie van het land. De game-engine-component ondersteunt de geoptimaliseerde prestaties voor het renderen van scènes en het berekenen van geluidsmodellen. De GIS-component maakt het mogelijk om massale (on-the-fly) geogerefereerde gegevens te leveren door middel van tile technieken, evenals toegankelijkheid en interoperabiliteit van gegevens via cloudgebaseerde architectuur en open ruimtelijke standaardprotocollen, die zowel kunnen worden gebruikt voor visualisatie als voor invoer van de geluidsverspreidingsmodellen.

Interactieve 3D-tool voor geodesign voor multidisciplinaire planning van windturbines

De planning van windturbines is een multidisciplinaire taak waarbij belanghebbenden uit verschillende domeinen en met verschillende belangen en prioriteiten worden betrokken. Een informatiesysteem dat kennis over de verschillende aspecten van een windturbine kan integreren, kan van groot belang zijn om alle betrokken belanghebbenden een gemeenschappelijk beeld te geven. In Hoofdstuk 4 van dit proefschrift is een multidisciplinair interactief 3D informatiesysteem ontwikkeld voor het plannen van windturbinelocaties in heel Nederland. De architectuur die is ontwikkeld voor de planning van windturbines via de integratie van de game-engine-GIS-geluidsmodel van het vorige hoofdstuk, werd toegepast als de basisarchitectuur van dit systeem en wordt in dit hoofdstuk verder ontwikkeld om andere aspecten in de planning van windturbines op te nemen. De integratie van GIS, game-engine en de analytische modellen heeft geleid tot de ontwikkeling van een interactief platform met realtime feedback op de verschillende windturbine-aspecten voor verschillende omgevingsinstellingen. Dit systeem ondersteunt iteratieve ontwerplussen en is ontworpen op basis van een geodesign raamwerk. Elk van de geodesign-modellen is geïmplementeerd in dit systeem, dat samen een interactief multidisciplinair locatieplanningsplatform voor windturbines vormt voor naadloze configuratie van windturbines en realtime feedback in elke locatie van het land. Dit biedt ruimte voor een verweven discussieproces. De criteria die in dit systeem worden gehanteerd zijn: windturbinegeluid, schaduw, zichtbaarheid van gebouwen, energieopbrengst, wake-effecten en regelgeving. Verschillende analytische en geometrische modellen zijn ingebed in dit geïntegreerde game-engine-GIS-systeem om deze proces- / impactmodellen in realtime te berekenen bij het (her) plaatsen van windturbines in de scene. Het meervoudig aspect van dit systeem verbreedt zijn toepassingen en kan leiden tot de betrokkenheid van belanghebbenden met verschillende achtergronden.

Analyse van de impact van ruimtelijke context op het warmteverbruik van individuele huishoudens

De verwarming van woongebouwen in gematigde en koudere klimaten maakt een aanzienlijk deel uit van het totale energieverbruik van een land. Dit, in combinatie met het gebruik van fossiele brandstof voor huisverwarming, leidt tot een toename van de opwarming van de aarde en milieuproblemen. Het verminderen van het verbruik van huisverwarming leidt daarom tot een aanzienlijke vermindering van het totale energieverbruik. De eerste stap hier is om de factoren te onderzoeken die de warmtevraag van huishoudens beïnvloeden. De meeste van deze factoren zijn afhankelijk van individuele keuzes (bijv. gedrag van bewoners, interieurontwerp, efficiëntie van verwarmingssystemen) en zijn moeilijk te beïnvloeden door stadsplanning. Parameters die de warmtevraag van huishoudens met betrekking tot de ruimtelijke context beïnvloeden, kunnen echter worden beïnvloed door stedenbouwkundigen. Toch is de impact van de ruimtelijke context op de warmtevraag van huishoudens op stadsschaal niet voldoende bestudeerd. Dit komt voornamelijk door de schaarste aan georuimtelijke gegevens en de enorme computerverwerking die nodig is om de ruimtelijke configuratie-elementen van elk individueel huishouden voor de hele stad vast te leggen. Hoofdstuk 5 richt zich op het verkennen van de

gecombineerde impact van gebouwvorm en omgeving op het huishoudelijk warmteverbruik van Amsterdam, zowel op individueel huishoudelijk niveau als op postcodeniveau, door middel van regressieanalyse. De ruimtelijke context van individuele wooneenheden werd beschreven door middel van ruimtelijke gegevensverwerkingsroutines en algoritmen en met behulp van gedetailleerde 2D- en 3D-ruimtelijke gegevens. GIS-technieken werden gebruikt voor de efficiënte verwerking van enorme 3D-ruimtelijke gegevens voor alle gebouwen in de stad. De resultaten op het niveau van de lokale wooneenheden laten zien dat compacte buurten met minder open ruimte en gebouwen met een groter aantal wooneenheden en minder blootgestelde omtrekken een lagere warmtevraag hebben. Bomen bleken te leiden tot een vermindering van de warmtevraag wanneer ze zich aan de noordwestkant van gebouwen bevinden. De resultaten op postcodeniveau wezen op het belang van demografische samenstelling. (Grotere) huishoudens met kinderen hebben het hoogste warmteverbruik. Op zowel individuele als postcodeschalen hebben grootte en leeftijd van wooneenheden belangrijke gevolgen voor het warmteverbruik. Oudere huizen verbruiken meer energie, maar er werd een *rebound-effect* gevonden voor de nieuwste woningen.

Van BIM tot geo-analyse: zichtdekking en schaduwanalyse door BIM / GIS-integratie

Milieuanalyse in stedelijke gebieden, met betrekking tot zowel lopende processen als veranderingsscenario's, heeft een grote impact op de verschillende besluitvormingsprocessen. Hierbij speelt de integratie van data uit verschillende domeinen en disciplines een belangrijke rol. Deze integratie biedt de mogelijkheid voor meer uitgebreide en gedetailleerde analyses met betrekking tot de lopende processen. Het verschil tussen de disciplines, detailniveau en informatiemodel zorgen voor uitdagingen voor deze integratie. De integratie van het Building Information Model (BIM) en ruimtelijke data is zo'n voorbeeld. BIM bevat gedetailleerde geometrische en semantische informatie van een constructie. GIS daarentegen bestaat uit de fysieke en functionele representatie van de omgeving. Deze twee informatiebronnen zijn vaak niet geïntegreerd, wat vooral te wijten is aan het verschil in detailniveau, veroorzaakt door verschillende schalen. De integratie van BIM en GIS biedt de mogelijkheid om de wederzijdse effecten van een constructie en zijn omgeving te begrijpen en ondersteunt het uitvoeren van verschillende geautomatiseerde gedetailleerde analyses in grote mate. Hoofdstuk 6 introduceert een werkwijze voor de geautomatiseerde integratie van IFC BIM in een 3D GIS-omgeving. De BIM-GIS-integratie werd toegepast in twee onderzoeken: zichtdekking en schaduwanalyse. In deze studies werd de gedetailleerde informatie over ramen en daken uit het BIM-model gehaald en vervolgens samen met 3D-georuimtelijke elementen (bouw- en boommodellen) en procesmodellen gebruikt voor het schatten van de zichtdekkingskwaliteit en schaduwdekking op dak-segmenten. Deze analyses lieten de meerwaarde zien van het integreren van BIM en ruimtelijke data voor bijvoorbeeld ruimtelijke ordening. Daarnaast heeft het de mogelijkheid aangetoond om het hele proces te automatiseren, van BIM-GIS-integratie tot verschillende analyses, waardoor snelle en nauwkeurige analyses op grote schaal worden ondersteund.

Conclusies

Deze studie onderzocht oplossingen voor prestatieverbetering van verschillende componenten van ruimtelijke beslissingsondersteunende systeem (SDSS)³⁸ voor milieuproblemen. Dit omvatte verschillende aspecten van een SDSS, zoals [georuimtelijke] data-integratie vanuit verschillende domeinen, interactiviteit, modelontwikkeling en modelintegratie. De fundamentele methode voor deze prestatieverbetering was efficiënte Data-Model-Technology integratie, die werd toegepast op basis van een geodesign-raamwerk. De hoofdstukken van dit proefschrift behandelden een of meer van de geodesign-modellen, die samen de modules van SDSS's voor het milieu vormen.

Verbeteringen in de reikwijdte van *representatiemodellen* werden uitgevoerd door efficiënte integratie van grote hoeveelheid 2D en 3D open georuimtelijke gegevens uit verschillende domeinen, die toegankelijk en interoperabel waren door de implementatie van webservices en open standaardprotocollen. Bovendien heeft deze studie bijgedragen tot de ontwikkeling van een verbeterd interactief 3D-visualisatieplatform, door middel van game engine-GIS integratie, waar enorme georuimtelijke gegevens op grote schaal en uit verschillende domeinen on-the-fly aan de game engine, met geoptimaliseerde eigenschappen voor het renderen van scènes, kunnen worden aangeboden.

Verbeteringen in de context van *procesmodellen* zijn gerealiseerd door de ontwikkeling en implementatie van deze modellen op grote schaal en tegelijkertijd met een hoog detailniveau. Dit werd bereikt door de efficiënte inzet van georuimtelijke open data en technologie, evenals algoritmen en routines voor de geautomatiseerde extractie van gedetailleerde informatie over ruimtelijke elementen in grote mate.

Voor *verandermodellen* heeft deze studie bijgedragen aan de ontwikkeling van een 3D interactief multidisciplinair ontwerpplatform waarin verschillende belanghebbenden uit verschillende domeinen kunnen samenwerken aan het configureren van wijzigingsscenario's. De responsiviteit van dit platform wordt versterkt door de inzet van game engine functionaliteiten en de informatie-inhoud en omvang wordt verbeterd door het inbedden van GIS technieken. Deze verbeteringen maakten een naadloze configuratie en analyse van scenario's mogelijk op elke locatie in het land.

Verbeteringen in de reikwijdte van *impactmodellen* werden uitgevoerd door verbetering van hun prestatiesnelheid, efficiënte toegang tot invoergegevens en onafhankelijkheid van software van derden. Deze verbeteringen werden bereikt door de efficiënte integratie van impactmodellen in het game-engine-GIS geïntegreerde ontwerpplatform waarin verschillende game engine en GIS functionaliteiten voor de verbeterde prestaties van deze modellen werden toegepast. Dit heeft geresulteerd in een versterkt systeem waarin belanghebbenden naadloos verschillende wijzigingsscenario's kunnen configureren op elke locatie in het land en realtime feedback kunnen ontvangen over verschillende aspecten van hun ontwerp zonder afhankelijkheid van software van derden.

³⁸ Spatial Decision Support System

Concluderend kan worden gesteld dat efficiënte integratie van Data-Model-Technology de verbetering van milieubeslissingsondersteunende systemen aanzienlijk kan ondersteunen. In deze studie is gekozen voor energie en leefbaarheid als case studies. De ontwikkelde routines zijn echter schaalbaar naar andere domeinen. Dit komt enerzijds door de cloudgebaseerde architectuur van de ontwikkelde modules en de toegepaste technologie voor de toegankelijkheid en interoperabiliteit van verschillende datasets uit verschillende disciplines, en anderzijds door de ontwikkeling en toepassing van losjes-gekoppelde georuimtelijke en / of game engine functies voor verbeterde prestaties van de verschillende componenten van SDSS.